

JAN 7 1959

FISH & WILDLIFE SERVICE



MINISTERIO DE MARINA

Estudio mineralógico comparativo de la fracción «arcilla» de algunos sedimentos del litoral español

por

Julia M.^a González Peña

y

Mineralogía de la fracción «arena» de los sedimentos marinos que se estudian

por

Josefina Pérez Mateos

BOLETIN DEL
INSTITUTO ESPAÑOL
DE OCEANOGRAFIA

N.º 90

MADRID

15-11-1958

ULTIMOS NUMEROS PUBLICADOS

- 53.—A. RODRÍGUEZ DE LAS HERAS y M. C. MÉNDEZ ISLA: «Contribución a los estudios químicos sobre pescados españoles».
- 54.—José M.^a NAVAZ y F. de P. NAVARRO: «Nuevas observaciones sobre la sardina del Golfo de Vizcaya (1951) y consideraciones sobre la estadística de pesca».
- 55.—R. FERNÁNDEZ y F. DE P. NAVARRO: «La sardina de Santander. Observaciones en 1950 y 1951».
- 56.—M. OLIVER y F. DE P. NAVARRO: «Nuevos datos sobre la sardina de Vigo (febrero de 1950 a marzo de 1952)».
- 57.—Emma BARDÁN y F. DE P. NAVARRO: «Estudios sobre la sardina de Málaga en 1951 y consideraciones sobre la variabilidad de su fórmula ventral».
- 58.—M. OLIVER y F. NAVARRO: «La alacha y la sardina de Baleares. Investigaciones en 1950 y 1951».
- 59.—F. LOZANO: «Monografía de los Centracántidos mediterráneos, con un estudio especial de la biología, biometría y anatomía de *Spicara smaris* (L.)».
- 60.—E. JIMENO y A. ARÉVALO: «Acción inhibidora del ácido pirogálico en la corrosión del hierro por el agua del mar».
- 61.—P. BALLE: «Fitoplancton de la bahía de Palma de Mallorca (Año 1952)».
- 62.—B. ANDREU: «Sobre la relación entre el número de branquispinas y la talla en la sardina española (*Sardina pilchardus* Walb.)».
- 63.—M. OLIVER: «Bionomía de los fondos de 300 a 600 mts. en el Sur y Suroeste de Mallorca...».
- 64.—F. LOZANO CABO: «Notas sobre una Campaña de prospección pesquera en la Mar Chica de Melilla».
- 65.—A. FERNÁNDEZ DEL RIEGO y A. RODRÍGUEZ DE LAS HERAS: «Determinación colorimétrica de la alteración del pescado».
- 66.—FERNANDO LOZANO CABO: «Una campaña de prospección pesquera en Mar Menor (Murcia)».
- 67.—LUIS BELLÓN †: «Historia Natural del Atún, *Thunnus thynnus* (L.). Ensayo de síntesis».
- 68.—PEDRO BALLE: «Análisis cualitativo del fitoplancton de la Bahía de Palma de Mallorca en 1953».
- 69.—JOAQUÍN GÓMEZ DE LLARENA: «Algunos datos sobre sedimentos recogidos por el «Xauen» en la campaña de otoño de 1952».
- 70.—FRANCISCO HERNÁNDEZ PACHECO: «Características del zócalo continental del África Occidental española». (Encuadrado con el boletín número 69.)
- 71.—Campañas del «Xauen» en los años 1949 y 1950. Registro de operaciones.

(Sigue en tercera página de la cubierta.)

ESTUDIO MINERALOGICO COMPARATIVO DE LA FRACCION
ARCILLA DE ALGUNOS SEDIMENTOS DEL LITORAL ESPAÑOL

POR

JULIA M.^a GONZALEZ PEÑA

*Trabajo publicado en la Revista
de Edafología y Fisiología Vegetal,
Tomo XVII, páginas 27-56.*

Depósito Legal M. 6.701.-1958

C. BERMEJO, IMPRESOR.—J. GARCIA MORATO, 122.—TELEFONO 33-06-19.—MADRID

JULIA M.^a GONZALEZ PEÑA

ESTUDIO MINERALOGICO COMPARATIVO DE LA FRACCION ARCILLA DE ALGUNOS SEDIMENTOS DEL LITORAL ESPAÑOL

1) INTRODUCCIÓN

El estudio de la arcilla de los suelos de los viejos sedimentos ha sido efectuado, y lo es en la actualidad, por gran número de investigadores, habiéndose obtenido ya abundantes datos sobre la estructura de esos minerales, así como sobre algunas de las condiciones que controlan su formación y la variación de sus propiedades. En cambio, se ha trabajado poco aún sobre sedimentos actuales, siendo, sin embargo, necesario para un estudio completo del origen y propiedades de las arcillas.

Entre los investigadores que se ocupan de este tipo de sedimentos podemos citar a Grim y colaboradores (9), los cuales hacen un estudio de la arcilla de sedimentos del Pacífico. Estos autores encuentran en el conjunto de muestras estudiadas una preponderancia de la ilita sobre los minerales de los grupos de la montmorillonita y de la caolinita.

Por el contrario, en mares epicontinentales encuentran dominancia de minerales del grupo de la caolinita y, accidentalmente, de los del grupo de la montmorillonita; todo ello parece indicar, según los autores, que los sedimentos ricos en caolinita no son de origen marino.

Millot (12), en Francia, estudia el papel de la herencia y de la neoformación en los grandes núcleos de sedimentación.

El interés de la herencia en los procesos de sedimentación es evidente. Así Correns (1938) no ha hallado huella de evolución de la arcilla a través del espesor de los depósitos marinos. Rivière (1952), por otra parte, ha podido interpretar los casos típicos de sedimentación, mediante el mecanismo de la herencia.

Según esta hipótesis, los sedimentos formados al pie de las montañas, en medio ácido, pueden ser los productos de lavado de los continentes vecinos, caolinizados o lateritizados. Las lagunas desérticas heredan sus minerales micáceos de los suelos desérticos de los alrededores, donde abundan estos minerales. El mar, según esta hipótesis, no será más que el colector de los minerales que existen sobre el continente, y en él se mezclarán en la proporción de su frecuencia sobre el Globo: illita, caolinita.

Sin embargo, existen, sin duda, una serie de casos en los cuales la neoformación es evidente. Quizá uno de los más representativos sea el que tiene lugar en el mar precisamente: el de la glauconita. Este mineral (muy parecido a la illita) sólo aparece en los sedimentos marinos, por lo que hay que admitirle como un producto de neoformación en este medio. Asimismo, las arcillas que constituyen las impurezas de las rocas calcáreas, dolomíticas y cretácicas son illitas y montmorillonitas. La herencia de los continentes no puede ser tan monótona y reservar sus minerales micáceos a las facies calcáreas y orientar hacia otros lugares las partículas de caolinita.

En el caso de las argilitas y margas se puede suponer la existencia de una mezcla estadística de los minerales que provienen de los continentes. Sin embargo, los estudios oceanográficos de Grim y colaboradores indican el aumento de illita con la profundidad, lo que hace pensar a los autores en una neoformación.

Aunque los distintos autores no estén muy acordes en sus conclusiones, es evidente que sin aporte mineral no hay depósito posible, siendo la herencia, en este sentido, un fenómeno primario, indispensable y masivo. Por otra parte, el hecho de que los minerales sean confinados en ciertas facies, hace suponer que el

medio actúa sobre los minerales que recibe y los transforma más o menos.

En 1956, Murray y Harrison (13) realizaron el análisis mineralógico de la fracción arcilla de sedimentos marinos recientes por difracción de rayos X, y encuentran una preponderancia de montmorillonita sobre illita y clorita en las zonas abismales. Esto está en desacuerdo con lo dicho, respecto a este punto, en varios trabajos anteriores, como son los de Grim, Dietz y Bradley y de Millot, ya comentados aquí, así como los de Dietz (5) y de Grim y Jhons (10).

Estos últimos han demostrado, por ejemplo, que en los sedimentos del río Guadalupe domina la montmorillonita, mientras que en los sedimentos marinos vecinos a su desembocadura aparecen la illita y la clorita como minerales dominantes; explican este hecho suponiéndole efecto de un proceso de neoformación; según ellos, la montmorillonita se transforma en illita y clorita por un proceso de diagénesis por cambio de iones Mg^{++} y K^+ por los iones Ca^{++} .

Por su parte, Shepard y Moore (19) han dicho recientemente que la montmorillonita aumenta al cruzar el banco de arena continental.

Sin embargo, la ya señalada presencia de abundante montmorillonita en sedimentos marinos profundos (hallada por Murray y Harrison) hace pensar en la necesidad de estudiar más extensamente la distribución de los sedimentos con la profundidad.

Por otra parte, estos autores encuentran que la red cristalina de la illita y la clorita es tanto más perfecta cuanto más profundo es su origen, hecho que atribuyen también a una ligera neoformación.

2) MATERIAL Y MÉTODOS EXPERIMENTALES

Dentro de este campo de trabajo, hemos realizado el estudio de la fracción arcilla de dos series de muestras de sedimentos marinos, recogidas, la primera en el litoral gallego en donde, como se sabe, la naturaleza de la roca costera es granítica y el clima



templado-húmedo, y la segunda en el litoral andaluz (roca de la costa predominantemente caliza y clima cálido-seco).

Como apéndice de este trabajo publicamos el estudio mineralógico de la fracción arena, realizado por la doctora Josefina Pérez Mateos, cuya colaboración agradecemos.

Las muestras, cuyas características exponemos en las tablas I y II, y su posición, puede verse también en las figuras 1a y 1b, fueron recogidas por el personal científico del Instituto Español de Oceanografía, a bordo del guardacostas «Xauen», en las campañas X.55-7 (realizada entre el 26/VII y el 3/IX de 1955) y X.56-1 (que tuvo lugar entre el 14/I y el 28/II de 1956) respectivamente. En el mapa de España adjunto se da una visión conjunta de las zonas de toma de muestras.

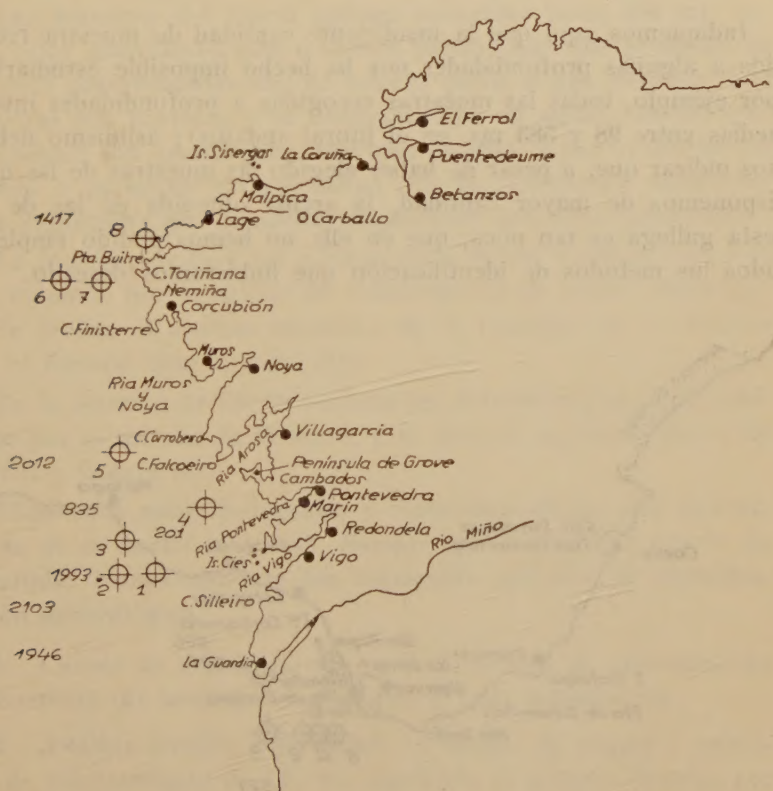


FIG. 1 a

TABLE I
Muestras del litoral gallego

Muestra numero	Estación número	Latitud N.	Longitud W.	Carácter de la muestra	Profundidad en metros
1	22	42° 11',4	9° 18',2	Fango arenoso	215
2	24	42° 11',3	9° 27',0	Fango arenoso	565
3	27	42° 16',8	9° 25',0	Arena fina	295
4	34	42° 22',0	9° 04',0	Fango	112
5	48	42° 32',0	9° 24',7	Arena muy fina	360
6	57	43° 02',0	9° 37',7	Fango	500
7	59	43° 01',8	9° 29',0	Arena fina	200
8	64	43° 09',5	9° 18',2	Arena fina	109

Indiquemos aquí que la insuficiente cantidad de muestra recogida a algunas profundidades nos ha hecho imposible estudiarlas (por ejemplo, todas las muestras recogidas a profundidades intermedias entre 98 y 583 ms. en el litoral andaluz); asimismo debemos indicar que, a pesar de haber elegido las muestras de las que disponemos de mayor cantidad, la arcilla obtenida en las de la costa gallega es tan poca, que en ella no hemos podido emplear todos los métodos de identificación que hubiéramos deseado.

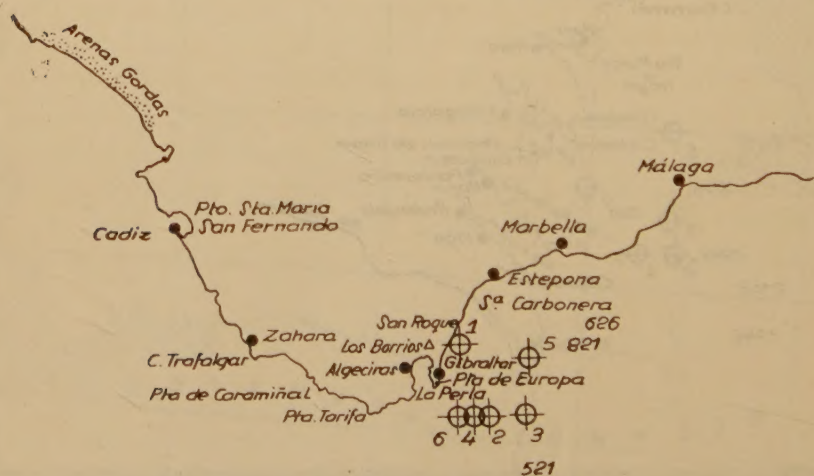


FIG. 1 b)

TABLA II

Muestras del litoral andaluz

Muestra número	Estacion número	Latitud N.	Longitud W.	Carácter de la muestra	Profundidad en metros
I	18	36° 11',8	5° 16',4	Arena y conchuela	98
II	151	36° 00',0	5° 11',3	Fango arcilloso	583
III	3	36° 00',0	5° 01',2	Fango arcilloso	745
IV	13	36° 00',0	5° 13',3	Fango	735
V	2	36° 10',1	5° 01',0	Fango	765
VI	17	36° 00',0	5° 15',4	Fango arcilloso	815

Las muestras del litoral gallego recogidas hasta 200 ms. tienen color amarillento más o menos pálido. Las que proceden de mayores profundidades son de colores pardo o gris verdoso. Las muestras son pastosas y se dispersan bien en agua. Las del litoral andaluz son amarillentas más bien oscuras, y por lo demás con iguales o parecidas características que las anteriores, características explicables por la acción dispersante del sodio adsorbido.

La fracción arcilla y sus subfracciones mayor y menor de $1\ \mu$ se han obtenido por velocidad de sedimentación en medio amoniacal.

Se realiza el análisis mecánico de la totalidad de la muestra por el método internacional (11).

En la fracción arcilla se realizan las determinaciones de carbonatos por el método de Bernard, y de materia orgánica, por el de Burriel y Guerra (4).

Eliminados materia orgánica y carbonatos de las dos subfracciones de la arcilla, a ambas, siempre que la cantidad nos lo ha permitido, hemos aplicado los siguientes métodos de identificación mineralógica:

1. *Curvas de deshidratación*, por el método de calentamiento intermitente (6) hasta peso constante a cada temperatura.

2. *Análisis térmico diferencial*, en bloque de níquel y velocidad de calentamiento de $12^\circ/\text{m.}$, siguiendo el método descrito por Aleixandre (1).

3. *Análisis por rayos X*, usando el método de polvo. La muestra se monta llenando un capilar de cuarzo. Se utiliza radiación de Fe K α .

4. *Observación al microscopio electrónico*, se dispersa la muestra en una solución amoniacal diluida y se hace la preparación por el método usual, ya descrito en un trabajo anterior (2).

3) RESULTADOS EXPERIMENTALES

Análisis mecánico.—Los resultados obtenidos para las dos series de muestras estudiadas aparecen en las tablas III y IV.

TABLA III

Análisis mecánico de las muestras del litoral gallego

Numero	Arena	Limo	Arcilla
1	86,00	8,35	5,68
2	81,80	8,96	8,33
3	86,11	5,89	8,01
4	54,30	21,30	24,40
5	74,21	16,44	9,78
6	76,10	19,10	4,86
7	90,00	5,14	4,66
8	91,40	4,96	3,87

TABLA IV

Análisis mecánico de las muestras del litoral andaluz

Número	Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla
I	54,22	25,66	5,18	13,18
II	0,14	19,30	27,26	51,68
III	1,74	13,79	25,33	56,54
IV	5,41	26,54	21,82	46,15
V	0,55	8,12	22,34	62,61
VI	20,50	27,79	18,03	33,60

Determinación de materia orgánica y carbonatos.—La insuficiente cantidad de arcilla de las muestras del litoral gallego nos ha hecho imposible realizar en ellas estas determinaciones. Los resultados obtenidos en las muestras de la costa andaluza aparecen en las tablas V y VI.

TABLA V

Determinación de materia orgánica en las muestras del litoral andaluz

Muestra núm.	Materia orgánica %
I	2,01
II	3,11
III	1,60
IV	3,11
V	1,96
VI	3,95

TABLA VI

Determinación de carbonatos en las muestras del litoral andaluz

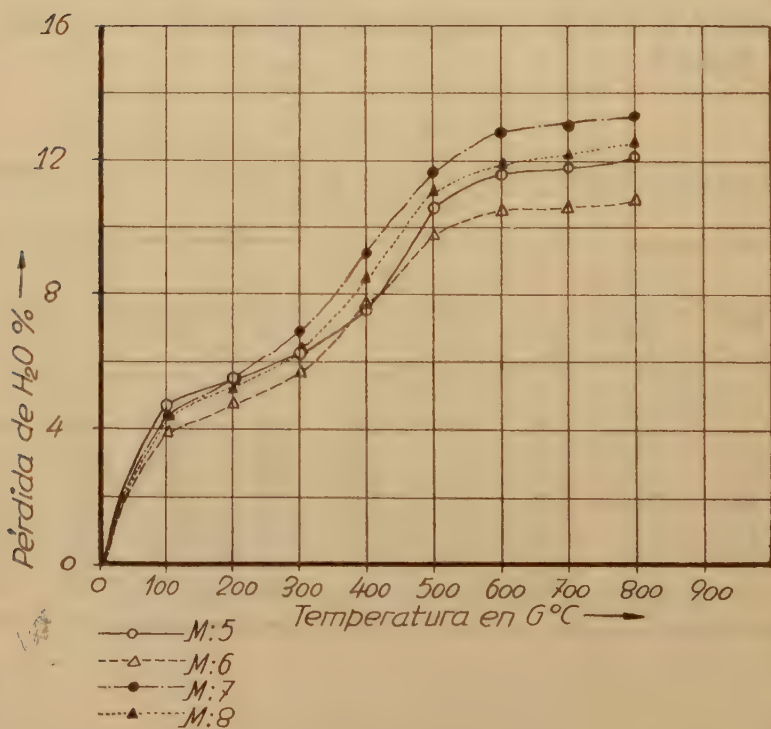
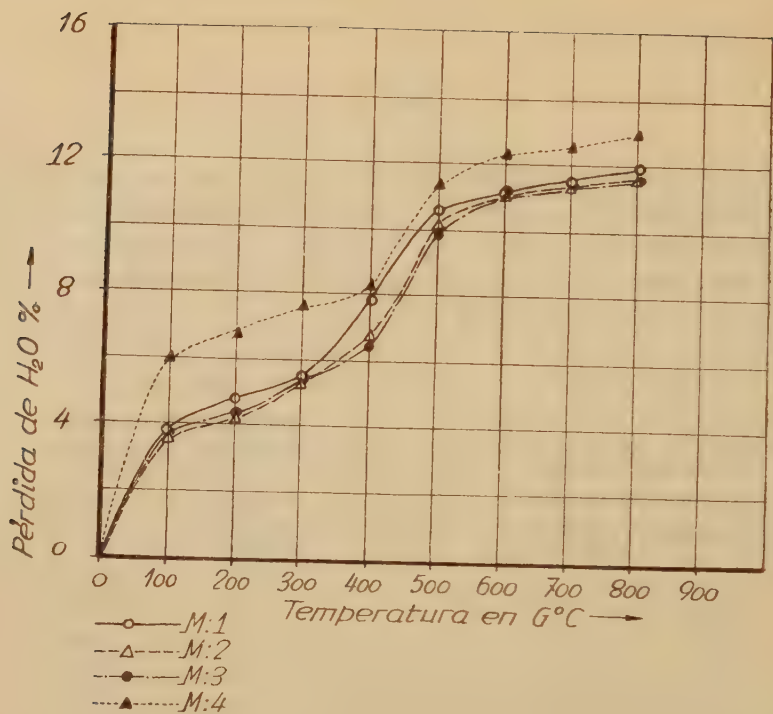
Muestra núm.	Ca CO ₃ %
I	Indicios
II	" " "
III	5,76
IV	2,47
V	2,30
VI	3,20

Curvas de deshidratación.—Los resultados se presentan en las tablas VII y VIII y representados gráficamente, en las figuras 2, 3, 4 y 5.

TABLA VII

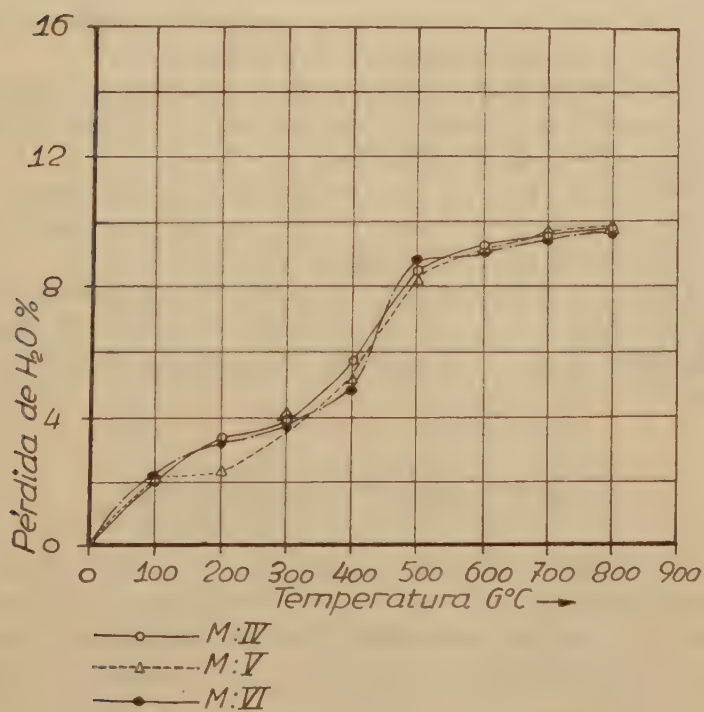
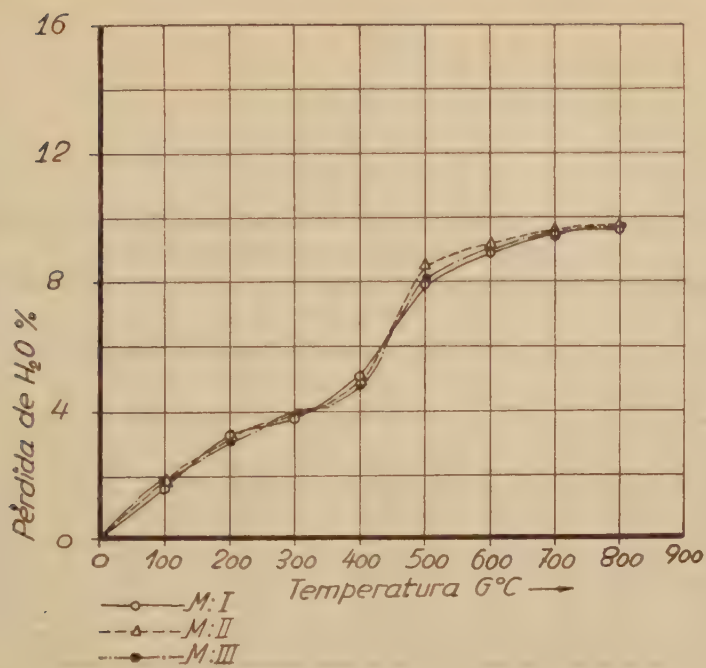
Curvas de deshidratación de la fracción comprendida entre 1 y 2 μ de la arcilla de la costa gallega

Temperatura	MUESTRA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
100	3,79	3,54	3,72	5,95	4,73	3,90	4,43	4,41
200	4,81	4,18	4,38	6,78	5,59	4,75	5,47	5,28
300	5,47	5,21	5,49	7,62	6,28	5,66	6,88	6,30
400	7,91	6,71	6,42	8,25	7,60	7,67	9,17	8,51
500	10,58	10,17	9,84	11,39	10,76	9,79	11,73	11,06
600	11,16	11,07	11,11	12,25	11,65	10,54	12,76	11,87
700	11,48	11,31	11,27	12,48	11,84	10,59	12,87	12,09
800	11,86	11,54	11,44	12,85	12,09	10,89	13,35	12,56



FIGURAS 2 y 3

Curvas de deshidratación de las muestras del litoral gallego



FIGURAS 4 y 5

Curvas de deshidratación de las muestras del litoral andaluz

TABLA VIII

Curvas de deshidratación de la fracción comprendida entre 1 y 2 μ de la arcilla de las muestras de la costa andaluza

Temperatura	MUESTRA					
	I	II	III	IV	V	VI
100	1,64	1,84	1,86	2,03	2,09	2,11
200	3,16	3,21	3,17	3,46	2,36	3,27
300	3,81	3,82	3,93	4,00	4,05	3,87
400	5,20	4,97	4,89	5,80	5,02	4,90
500	7,98	8,45	8,09	8,50	8,23	8,80
600	8,83	9,14	9,08	9,25	9,19	9,05
700	9,48	9,55	9,50	9,60	9,66	9,50
800	9,59	9,71	9,79	9,75	9,81	9,66

Análisis térmico diferencial.—Las curvas de análisis térmico diferencial registradas aparecen en las figuras 6 y 7.

Según indicamos más arriba, la insuficiente cantidad de arcilla de las muestras de la costa gallega no nos ha permitido aplicar a ellas este método de identificación.

Análisis por rayos X.—Las tablas IX y X contienen los espaciados d y las intensidades relativas en los diagramas de rayos X obtenidos en ambas series de muestras.

Observación al microscopio electrónico.—Las láminas 1, 2 y 3 muestran algunas de las microfotografías obtenidas en la fracción comprendida entre 1 y 2 μ de las dos series de muestras estudiadas.

4) DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados del análisis mecánico nos indican la gran riqueza en arena de las muestras del litoral gallego, riqueza que apenas varía con la profundidad. Tampoco aparece una variación clara de la composición mecánica de los sedimentos del litoral

Espaciados de intensidades relativas en los diagramas de rayos X de las subfracciones de la arcilla $> y < 1 \mu$ de las muestras de la costa gallega.

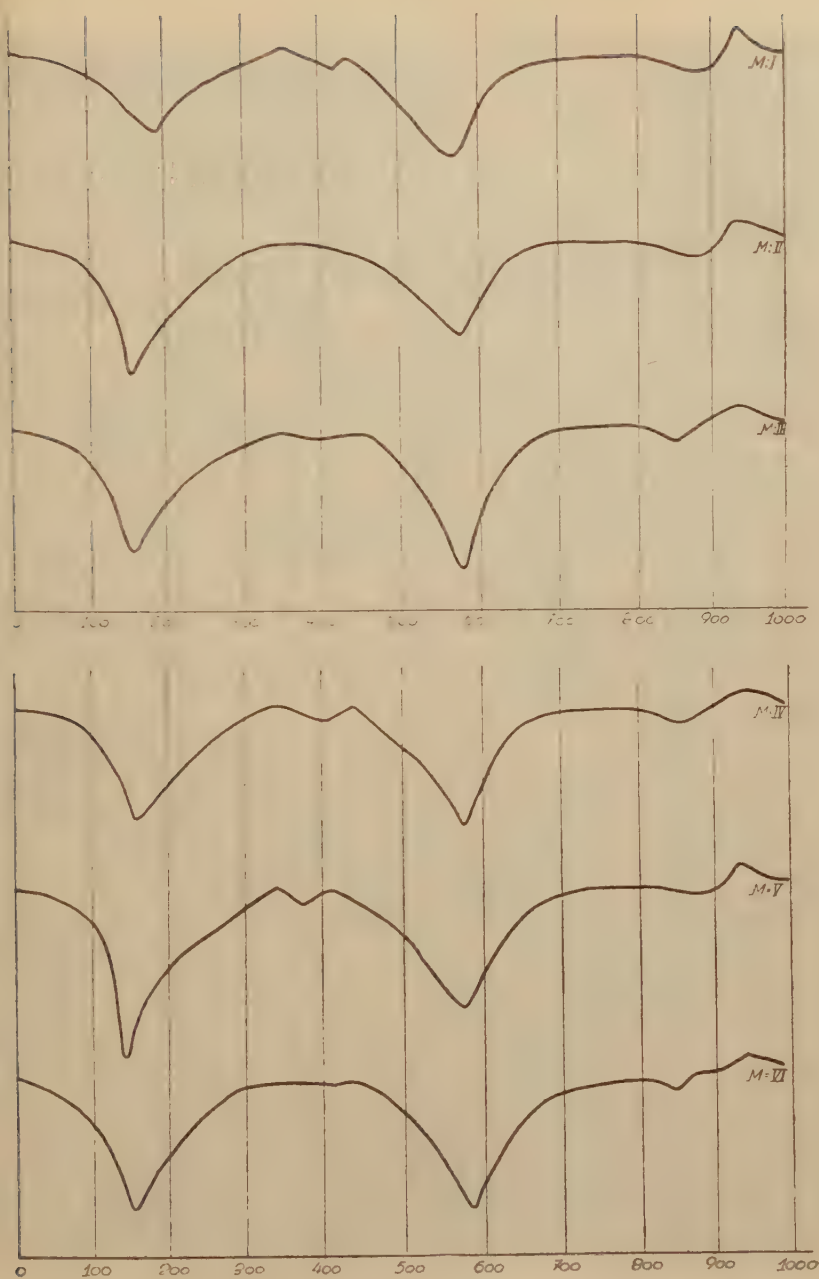
1 < 1 μ		1 > 1 μ		2 < 1 μ		2 > 1 μ		3 < 1 μ		3 > 1 μ		4 < 1 μ		4 > 1 μ		5 < 1 μ		5 > 1 μ		6 < 1 μ		6 > 1 μ		7 < 1 μ		7 > 1 μ		8 < 1 μ		8 > 1 μ				
		9,68	r				9,71	r				9,81	r		9,30	r	9,81	f		9,45	f	9,90	f		10,22	f		9,61	f	9,58	r	9,95	f	
		6,97	d				6,97	d				7,00	r		6,93	d	7,72	r		6,93	r	8,00	r		9,48	f		9,39	f		7,56	d	7,43	d
4,83	d	4,91	r				5,46	d				5,73	d		5,47	d			5,58	d				5,57	d		6,97	r	6,92	r		6,00	d	
4,42	r						4,84	d		4,80	r	5,39	r		4,81	d			4,83	r				4,83	r		5,43	d		5,42	d			
		4,39	mf	4,40	r				4,45	r		4,34	f	4,40	mr	4,38	r		4,35	mf	4,43	f		4,36	f	4,34	mf	4,39	mf	4,43	r			
4,15	f	4,17	d	4,14	f				4,20	mf		4,16	r		4,14	mf	4,15	f	4,11	d				4,11	f	4,11	f	4,16	r					
3,63	d	3,84	d									3,86	d		3,82	d	3,85	d	3,80	d				3,79	r		3,80	d			3,82	mf		
3,48	f	3,62	r									3,65	d		3,63	d	3,61	d	3,62	d				3,62	d		3,66	f	3,64	r		3,60	d	
		3,45	d									3,47	d						3,45	d				3,44	d		3,50	d	3,46	d		3,48	d	
		3,30	mf	3,30	mf				3,32	mf					3,45	d			3,45	d	3,32	mf		3,44	d					3,42	d		3,44	d
3,22	mf											3,27	mf	3,27	d						3,27	mf		3,27	mf	3,29	mf	3,29	mf	3,29	r			
		3,17	r	3,17	d	3,15	mf	3,13	d	3,21	mf	3,16	d		3,15	mf			3,16	d				3,14	d	3,16	r	3,16	r			3,13	mf	
		2,97	r			2,93	d	2,98	r	2,97	d								2,94	d	2,94	d		2,95	r	2,95	r	2,95	f			2,95	d	
2,79	r	2,80	r	2,83	d	2,79	d	2,80	d	2,79	r	2,64	d						2,79	r				2,75	d	2,78	r	2,79	f			2,78	d	
2,54	f	2,65	r	2,66	d	2,65	d	2,69	d	2,64	d	2,53	d		2,53	d	2,54	d	2,64	d				2,65	d	2,65	d	2,65	d			2,66	r	
		2,53	mf	2,55	r	2,52	f	2,55	f	2,53	f							2,52	mf		2,54	f		2,52	f	2,52	mf	2,53	mf	2,55	d		2,54	mf
		2,43	r			2,40	r	2,44	r	2,42	d	2,41	r		2,41	f			2,41	d				2,42	d			2,42	f			2,47	d	
		2,25	r			2,33	d	2,33	d	2,23	d	2,37	r		2,34	d			2,34	d				2,33	d			2,33	d			2,35	d	
						2,16	d										2,20	f	2,20	d				2,22	d			2,23	d					
		2,09	r			2,10	d			2,09	d	2,09	d		2,08	d			2,10	d				2,09	d		2,11	r	2,10	d	2,12	d	2,12	d
		1,97	d			1,93	d					1,96	d		1,94	d			1,95	r				1,97	r		1,97	d			1,95	d		
		1,18	d			1,79	d			1,80	d	1,80	d		1,80	d			1,79	d	1,80	d		1,90	d		1,80	r	1,79	d			1,80	d
		1,64	d			1,63	d			1,63	r				1,68	r			1,64	r							1,63	r					1,69	d
																			1,59	d							1,61	f					1,65	d
1,48	r	1,53	r			1,51	d			1,54	d				1,53	d			1,53	r													1,58	d
		1,49	f			1,49	f			1,49	r	1,48	d		1,49	r	1,49	d	1,48	f	1,49	d		1,52	d	1,53	r	1,47	f			1,49	f	
		1,44	d			1,44	d					1,43	f		1,43	f			1,44	d				1,48	r	1,48	f	1,46	r	1,48	d			
1,36	d	1,41	d			1,41	d					1,36	d		1,36	d			1,36	r				1,36	d		1,36	f	1,36	f			1,37	r
1,34	d					1,36	d			1,36	d	1,33	d		1,33	d			1,33	d				1,36	d		1,34	r						
		1,28	d			1,28	d					1,29	r	1,29	d				1,27	r						1,28	d	1,28	r			1,29	d	
						1,19	d					1,19	d		1,19	d			1,19	d				1,19	d		1,19	r	1,19	d				
						1,17	d					1,18	d		1,18	d			1,18	d				1,17	d		1,18	d	1,17	d				
										1,15	d				1,15	d																		
												1,15	d		1,15	d																		
						6,12	d												1,13	d														
						1,07	d								1,07	d											1,09	d	1,09	d				
																			1,09	d						1,08	d	1,08	d					
																										1,01	d	1,01	d					
																										0,99	d							
																										0,98	d							



Espaciados de intensidades relativas en los diagramas de rayos X de las subfracciones de la arcilla $> y < 1 \mu$ de las muestras de la costa andaluza.

I < 1 μ		I > 1 μ		II < 1 μ		II > 1 μ		III < 1 μ		III > 1 μ		IV < 1 μ		IV > 1 μ		V < 1 μ		V > 1 μ		VI < 1 μ		VI > 1 μ	
9,22	d			9,10	f			9,93	d	9,46	f	11,37 10,88 10,40 9,73 9,07	f f f mf r	9,30	f	12,48	f	12,48 11,42 10,94 10,37 9,67	f d r r mf			9,30	r
7,33	d	7,36	d	7,04	f	7,03	r	7,69	d					7,62	r	7,57	d	8,97 8,63 7,88	d d mf	8,11	r	7,72	r
6,45	mf	6,41	d	6,39	mf	5,86	r	6,49	f	6,93	f			6,44	f	6,36	r	6,39	d	6,55 5,70	r mf	6,45	f
5,52	mf	5,60	f	5,55	mf	4,85	r	6,46	f			5,55	d	5,58	f	5,55	f	5,43	f	4,92	f	5,59	f
4,91	mf	4,87	f	4,91	mf	4,39	r	4,85	f	4,85	f			4,91	f	4,87	f			4,30	mf	4,87	f
4,27	mf	4,30	mf	4,27	mf	4,24	mf	4,27	mf	4,14	f			4,21	mf	4,25	mf			3,85	d	4,26	mf
3,90	mf	3,87	r	3,80	f	3,83	r	3,84	mf					3,81	f	3,77	r			3,61	d	3,80	r
3,60	f	3,61	r	3,60	f			3,60	f	3,64	r			3,57	r							3,62	r
3,29	r	3,27	mf	3,21	mf	3,47	r	3,29	mf	3,30	mf			3,24	mf	3,25	mf			3,31	mf	3,28	mf
3,15	r					3,29	mf	3,17	r	3,16	d											3,12	d
		2,94	d	2,92	d	2,93	d	2,93	d	2,95	d											2,92	d
		2,78	d	2,79	d	2,80	d	2,80	d	2,79	r											2,79	d
		2,63	r			2,67	d	2,67	d														
2,54	d	2,53	mf	2,52	r	2,54	mf	2,52	r	2,54	mf	2,50				2,53	f	2,51	d	2,65	d	2,52	f
						2,42	r	2,40	d	2,41	f									2,53	f		
						2,35	r			2,35	f					2,35	d						
				2,21	d	2,24	d			2,22	r					2,30	d						
										2,17	r									2,16	d	2,24	d
2,08	d			2,07	d	2,11	d			2,11	r											2,10	d
		1,98	r																			1,99	d
				1,95	r	1,96	d			1,95	r											1,94	r
		1,93	r	1,79	d	1,80	f			1,81	f	1,80	d	1,93	d	1,93	d	1,80	d			1,80	d
		1,79	d													1,78	d						
		1,77	d													1,75	d						
		1,68	d	1,69	d			1,69	d	1,68	r							1,68	d			1,69	d
		1,62	d	1,62	d	1,62	d	1,60	d	1,64	r							1,64	d			1,63	d
		1,52	d	1,49	d	1,49	f			1,49	f	1,50	d			1,63	d	1,68	d			1,63	d
		1,42	d	1,41	d	1,41	f									1,48	d	1,64	d	1,48	d	1,49	r
		1,37	d	1,37	d	1,37	d											1,45	d			1,41	d
								1,32	d	1,30	f											1,36	d
		1,28	d							1,28	r					1,29	d	1,29	d			1,28	d
										1,25	d												
										1,22	d												
										1,20	r												
										1,18	r							1,17	d				
										1,15	d												
		1,06	d							1,10	d							1,10	d				
										1,04	d												
										1,03	d												





FIGURAS 6 y 7

Curvas de análisis térmico diferencial de las muestras del litoral andaluz.

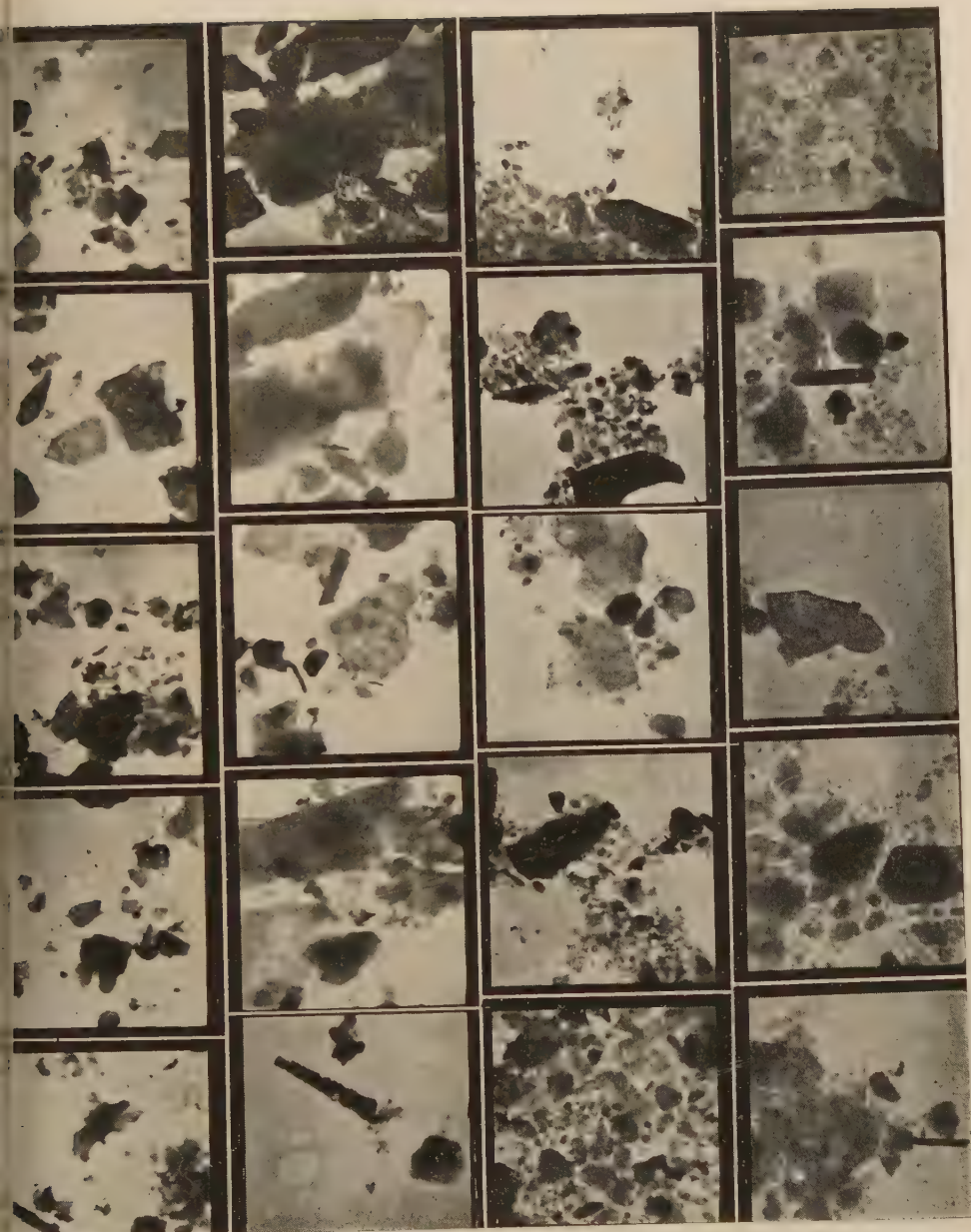
andaluz con su profundidad. Estos son, respecto a los del litoral gallego, mucho más ricos en las fracciones finas, sobre todo en arcilla. Esta diferencia general de composición es explicable, teniendo en cuenta la naturaleza de las rocas de ambas costas.

Pasemos ahora a la discusión de los resultados obtenidos por los métodos de identificación mineralógica de la fracción arcilla.

Como puede verse en las figuras, todas las curvas de deshidratación de las muestras del litoral gallego, presentan un gran parecido entre ellas. Tanto la pérdida a 100° como el hábito general de las curvas, que presentan un pequeño salto entre 400 y 500°, son característicos de la ilita, de modo que parece evidente la presencia de este mineral en las muestras estudiadas. Poco más nos dice el método, puesto que la mayor pérdida de agua a temperaturas superiores puede deberse a la presencia de caolinita y de haloisita (mientras que, por su parte, posee una pérdida de agua a 100° igual a la de la ilita), pero el hecho de que las pérdidas de agua sean superiores a la de la ilita, aun a temperaturas bajas, hace pensar en la posible presencia de montmorillonita o, tal vez, de geles de hierro y aluminio. Los otros métodos nos ayudarán a resolver esta cuestión.

También las curvas obtenidas en las muestras del litoral andaluz presentan un gran parecido entre ellas. La pérdida de agua a 100° es aproximadamente del 2 por 100. En todas puede observarse que las muestras pierden agua de una manera continua hasta 400°; entre 400 y 500° aparece un salto y es muy pequeña la cantidad de agua perdida a temperaturas superiores; son, pues, curvas características de la ilita, que parece ser el mineral dominante de estas muestras. El hecho de que la pérdida por ciento sea menor que en las curvas correspondientes al mineral tipo, puede deberse a la presencia de minerales del grupo de la caolinita.

Todas las curvas de análisis térmico diferencial, correspondientes a las muestras de la costa andaluza, son similares. Son características de la ilita, exhibiendo los picos a temperaturas de 100°, 200°, 500 a 600° y 800 a 900°, característicos de ese mineral. Asimismo aparece la reacción exotérmica que suele seguir a este último. Sin embargo, se observa que el efecto endotérmico correspondiente a temperaturas comprendidas entre 500 y 600° es ma-



Muestra n.º 1

Muestra n.º 2

Muestra n.º 3

Muestra n.º 4

Microfotografías electrónicas de la fracción comprendida entre 1 y 2 μ de las muestras 1, 2, 3 y 4 a unos 5.000 aumentos.



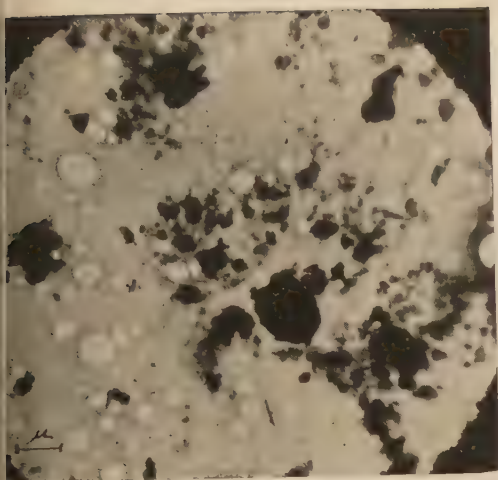
Muestra n.º 5

Muestra n.º 6

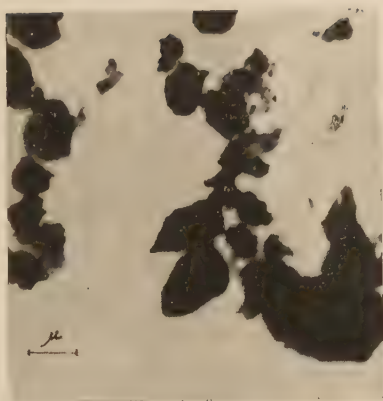
Muestra n.º 7

Muestra n.º 8

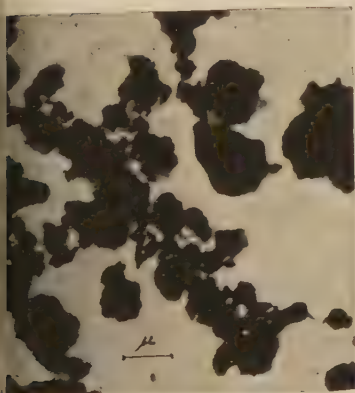
Microfotografías electrónicas de la fracción comprendida entre 1 y 2 μ de las muestras 5, 6, 7 y 8 a unos 5000 aumentos.



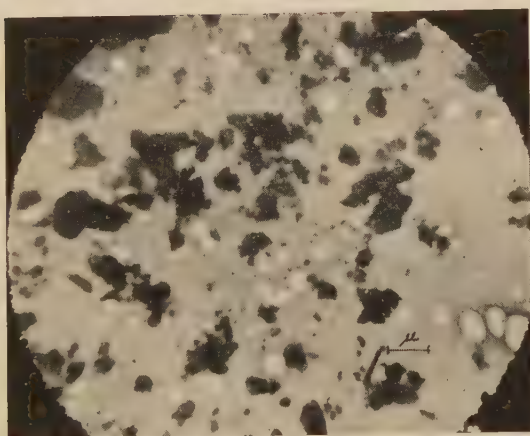
Muestra núm. I



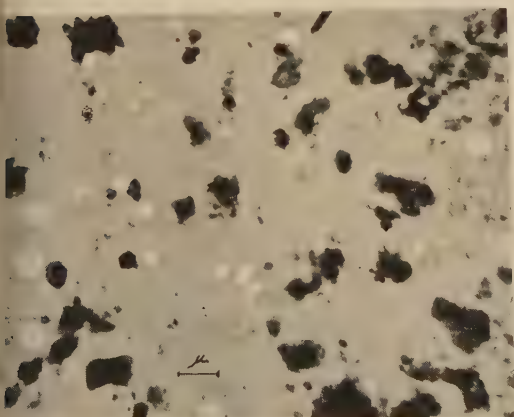
Muestra núm. II



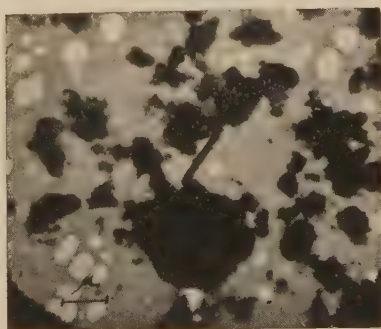
Muestra núm. III



Muestra núm. IV



Muestra núm. V



Muestra núm. VI

Microfotografías de la fracción comprendida entre 1 y 2 μ de las muestras del litoral andaluz.

yor que el presentado por la illita, hecho que puede deberse a la presencia en estas muestras de caolinita u otros minerales de su grupo. No se aprecia, en cambio, la presencia de montmorillonita. Del pequeño efecto endotérmico que aparece en todas las curvas entre 350 y 400°, pueden ser responsables los hidróxidos de hierro y aluminio.

La difracción de rayos X se ha realizado en las dos fracciones de la arcilla, menor y mayor de 1 μ . La interpretación la hemos realizado a la vista de las tablas publicadas en la monografía de García Vicente (7), en el libro publicado por Brindley (3) y en la comunicación técnica número 42 «The Mineralogy of Soil Colloids».

En los resultados obtenidos en ambas fracciones de la arcilla del litoral gallego, puede verse que siempre aparecen líneas características de caolinita e illita; puede admitirse, asimismo, la presencia de cuarzo.

En la muestra 8, en sus dos fracciones, se acusa la presencia de haloisita (*d* comprendido entre 7,2 y 7,5 Å). En las muestras 5 y 6 aparece la haloisita en la fracción fina, como si en ella se hubiese acumulado.

En los diagramas de la fracción mayor 1 μ de la casi totalidad de las muestras, y en la fina de algunas de ellas, aparecen líneas de longitud aproximada de 5,7 Å, cuya procedencia desconocemos.

En cuanto a los diagramas de las muestras del litoral andaluz, ponen de manifiesto, en primer lugar, la gran homogeneidad de éstas en cuanto a su constitución mineralógica.

Aparecen como minerales dominantes: caolinita e illita; acompañan a estos minerales la haloisita (que en esta nueva serie aparece en todas las muestras), cuarzo, feldspatos y, en algunas, talco.

La línea de unos 5,6 Å que dijimos aparece en los diagramas correspondientes a las muestras del litoral gallego, se vuelve a hacer aquí patente y además va acompañada de otra, también intensa y no perteneciente a los diagramas de los otros minerales aquí caracterizados: la de longitud aproximada de 6,5 Å. Como ambas son características de la atalpulgita y además aparecen

otras de menor intensidad, pero también características de este mineral, este método nos lo apunta como posiblemente existente.

En el microscopio electrónico se observa en seguida (láms. 1 y 2) la diversidad de materiales que integran toda la serie de muestras del litoral gallego, apareciendo en una misma preparación partículas de diversas formas y tamaños. En todas ellas se ven láminas de hábito exagonal características de la caolinita. Se ven, asimismo, películas grandes y finas, a veces plegadas, que pueden atribuirse a la presencia de mica. Puede advertirse también la presencia, si bien en pequeña proporción, de haloisita. Por último, diremos que son comunes a todas las preparaciones partículas, a veces aisladas y otras en agregados, de forma y tamaño característicos de la ilita.

En las muestras del litoral andaluz se observa la presencia de caolinita (menos cantidad que en las anteriores) bien cristalizada, algo de haloisita, más abundante en la fracción fina, placas atribuibles a la presencia de mica y, sobre todo, abundante ilita.

La presencia de ilita en las muestras del litoral gallego, puesta de manifiesto por las curvas de deshidratación, queda confirmada por los demás métodos de identificación empleados; no así la montmorillonita, no puesta de manifiesto por el análisis por rayos X ni por el microscopio electrónico. Estos dos últimos métodos confirman, en cambio, la presencia de haloisita en la generalidad de las muestras.

El estudio de las curvas de deshidratación de las muestras del litoral andaluz nos conduce a definir las en principio como iliticas, carácter que se ve confirmado por los resultados obtenidos del análisis térmico diferencial, difracción de rayos X y microscopio electrónico. La posibilidad de existencia de caolinita y haloisita, apuntada por el primero de estos métodos, queda confirmada por los resultados de los demás.

El conjunto de métodos de identificación ponen asimismo de manifiesto en las dos series de muestras estudiadas, el cuarzo y, seguramente, geles de hierro y aluminio. Ningún otro mineral podemos decir que exista con certeza.

Según estos resultados y atendiendo a la literatura anterior, la arcilla de estos sedimentos probablemente procede del continente.

A esta conclusión nos conducen las consideraciones siguientes:

1.^a Los minerales dominantes de ambas series de muestras son: ilita y caolinita, que, a su vez, son los principales constituyentes de la arcilla continental.

2.^a Los sedimentos de la costa andaluza son más ricos en ilita que los del litoral gallego. Ahora bien, los terrenos continentales próximos a los lugares de las tomas de las muestras aquí estudiadas, son predominantemente calcáreos y se sabe que las arcillas que constituyen las impurezas de las calizas son en buena parte de naturaleza ilitica.

Sin embargo, al hacer estas consideraciones no debemos olvidar la presencia de factores que pueden enmascarar los resultados e impedir llegar, con el trabajo realizado hasta ahora, a conclusiones definitivas respecto al problema de la procedencia y formación de estos sedimentos. Citemos entre estos factores perturbadores, como muy digno de ser tenido en cuenta, el de la presencia en ambas zonas de la corriente del Golfo.

5) CONCLUSIONES

1.^a Los sedimentos estudiados de la región andaluza son mucho más ricos que los de la costa gallega en las fracciones finas, sobre todo en arcilla.

2.^a No aparece variación apreciable de la composición de las muestras con la profundidad, al menos en el ámbito de las estudiadas por nosotros.

3.^a Ambas series de muestras contienen gran cantidad de ilita, sobre todo las del litoral andaluz. Se identifican, asimismo, en ambas series, caolinita y, en menor proporción, haloisita, cuarzo y geles de hierro y aluminio.

4.^a La formación de estos sedimentos es probable se deba a un proceso de herencia.

Agradecemos al Instituto Nacional de Oceanografía la amable cesión de estas muestras que nos ha hecho posible su estudio.

Asimismo, agradecemos las orientaciones y consejos que en el trabajo por rayos X nos han sido prestados por el investigador doctor García Vicente y la también eficiente información geológica obtenida del investigador doctor Gaibar-Puertas.

Las microfotografías electrónicas de las muestras I, IV, V y VI han sido obtenidas en la sección de Óptica electrónica del I. N. T. «A.», a cuyo Centro agradecemos la ayuda prestada. Asimismo agradecemos al Instituto de Óptica «Daza de Valdés» que nos haya permitido obtener en su departamento de Microscopía Electrónica el resto de las microfotografías.

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL
Departamento de Silicatos

RESUMEN

Se estudia la composición mineralógica de la fracción arcilla de dos series de muestras, la primera compuesta de ocho y procedente del litoral gallego, y la segunda de seis, recogidas en el litoral andaluz.

La identificación se ha llevado a cabo mediante el empleo de los siguientes métodos: curvas de deshidratación, análisis térmico diferencial, análisis por rayos X y observación al microscopio electrónico.

Estos métodos se han empleado en las dos subfracciones de la arcilla, menor y mayor de $1\ \mu$.

Los resultados obtenidos nos conducen a las conclusiones siguientes:

Los sedimentos de la región andaluza son mucho más ricos que los de la costa gallega en las fracciones finas, sobre todo en arcilla.

No aparece variación apreciable de la composición de las muestras con la profundidad, al menos en el ámbito de las estudiadas por nosotros.

Ambas series de muestras poseen gran cantidad de ilita, sobre todo, las del litoral andaluz. Se identifican, asimismo, en ambas series, caolinita y en menor proporción, haloisita, cuarzo y geles de hierro y aluminio.

La formación de la fracción arcilla de estos sedimentos parece deberse a un proceso de herencia.

SUMMARY

We study the mineralogical composition of clay fraction in two sets of samples; the first one formed by eight, from the Galician coast and the second consisting of six from the Andalusian coast.

The identification has been carried out by means of the following methods: dehydration curves, differential thermal analysis and observation through electronic microscope.

These methods have been used in both subfractions of clay, over and under $1\ \mu$.

From the results obtained we can derive following conclusions:

The sediments of the Andalusian area are much richer in fine fractions than the ones from the Galician coast, especially in clay.

There is no estimable variation in the composition of the samples with the depth; at least in the ones we have studied.

Both sets of samples possess a great quantity of illite, especially those of the Andalusian coast. We also found Kaolinite and in greater proportion halloisite, quartz and iron and aluminium gels, in both sets.

The formation of clay fraction in these sediments seems to be due to a process of heredity.



A P E N D I C E

JOSEFINA PEREZ MATEOS

MINERALOGIA DE LA FRACCION «ARENA» DE LOS SEDIMENTOS MARINOS QUE SE ESTUDIAN

En el Laboratorio de Análisis Mineralógico de Sedimentos del INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA, se realizaron los correspondientes análisis de las fracciones «arena» de dos series de sedimentos marinos, recogidas en puntos distintos del litoral peninsular: Galicia y Málaga.

Estas fracciones fueron obtenidas por el análisis mecánico aplicado a dichos sedimentos arcillosos de fondo. Para el estudio mineralógico de los mismos aplicamos la técnica ya detallada en otros trabajos nuestros (1954-1957) referentes al estudio de arenas costeros de Galicia (15), (16), de Tenerife y del Levante español de Valencia (17), (18).

En la separación de las dos fracciones constitutivas de la arena, densa y ligera, utilizamos como líquido separador el bromoformo (p. e. = 2,9); en el montaje de las preparaciones, la inclusión de los granos minerales se hizo en bálsamo de Canadá. El estudio óptico de los mismos, en el microscopio petrográfico, nos condujo a los siguientes resultados que exponemos en el cuadro correspondiente, en el cual se dan los porcentajes de los minerales «densos», transparentes entre sí, y el número de «opacos» por cada cien especies transparentes contadas.

Número de muestra	Minerales opacos	Porcentajes de los minerales densos transparentes															Profun- didad en metros	
		Turmalino	Circón	Granate	Rutilo	Anatasa	Broquita	Titanita	Estaurolita	Distena	Andalucita	Silimanita	Epidoto	Horblenda	Augita	Hiperstena		Biotita
1.ª Serie																		
1	63	19	33	14	4	—	—	—	2	3	7	2	22	—	—	—	—	215 m.
2	51	22	7	12	3	—	—	—	4	4	22	—	5	18	—	—	8	565 m.
3	28	30	12	8	—	—	—	—	6	—	22	4	8	10	—	—	—	295 m.
4	75	17	9	24	1	—	—	—	2	—	20	—	3	18	—	—	6	112 m.
5	45	23	37	4	—	—	—	2	4	3	10	2	—	5	—	—	10	360 m.
6	29	20	7	13	1	—	—	3	6	—	18	—	6	4	—	—	20	500 m.
7	44	14	29	12	4	1	—	—	6	—	20	—	4	7	—	—	3	200 m.
8	8	28	2	9	1	1	—	—	11	—	30	2	11	5	—	—	—	109 m.
2.ª Serie																		
1	8	—	—	33	2	—	—	—	7	2	45	3	6	—	—	—	2	98 m.
2	45	6	17	19	4	1	1	—	1	3	35	3	5	2	—	—	3	583 m.
3	22	18	2	34	—	—	—	—	4	2	24	4	2	—	—	—	10	745 m.
4	69	2	4	12	—	—	—	—	7	5	44	5	4	2	—	—	15	735 m.
5	29	8	5	30	2	2	—	—	9	2	19	2	10	—	—	—	11	765 m.
6	28	1	10	34	2	—	—	—	1	5	30	3	6	—	—	—	8	815 m.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

1) Sedimentos marinos del NO. español; litoral sur-occidental de Galicia

Muestras números 1, 2, 3, 4 y 5, cuya localización queda marcada en la figura 1 de este trabajo, por las coordenadas correspondientes. Estos sedimentos de fondo quedan dentro de la zona marina comprendida entre las rías de Muro y Noya (núm. 5), Arosa (núm. 4) y Pontevedra y Vigo (números 1, 2 y 3).

En la fracción «arena» de dichos sedimentos, dominan los minerales «densos» comunes: *turmalina* y *circón*; raros son el *rutilo* y más aún la *anatasa* y *titanita*. El *granate* en su variedad *almandina* se halla presente y relativamente abundante, siendo aquí especie característica.

Entre las especies minerales propias del metamorfismo, se cuenta como abundante la *andalucita* y son raras las otras dos formas del silicato aluminico: *distena* y *silimanita*. La *estaurolita* acusa su frecuencia en estos sedimentos, pero no su abundancia, viniendo a constituir con la *andalucita* y el granate la «asociación» propia de estos sedimentos marinos.

Se acusa también la presencia de la *epidota* en bajos porcentajes y del anfíbol *hornblenda* en mayor abundancia, principalmente en las muestras tomadas más al Sur.

Entre los minerales opacos naturales, el dominante es la *ilmenita*, y aunque su concentración mayor está en las playas debido a su gran densidad, y en los arenales costeros, también forma parte en menor proporción de estos sedimentos de fondo, ya que quedan dentro de la gran zona ilmenítica gallega que abarca desde las islas Sisargas hasta las rías bajas, o más concretamente, de Carballo a Grove.

La presencia de las especies minerales que se encuentran en estos sedimentos, está en relación con la petrografía regional gallega, que en las zonas costeras de Noya, Arosa, Pontevedra y Vigo está representada por rocas graníticas dominantes y corridas de *esquistos* neísicos: por esto se encuentran, entre los minerales densos dominantes, la *turmalina*, el *circón* y la *ilmenita*, cuya mineralogía hay que atribuirle a las rocas eruptivas graníticas, así como a las formaciones neísicas la asociación existente de minerales propios del metamorfismo: *andalucita-estaurolita-granate*.

Las muestras números 6 y 7, tomadas frente al Cabo Toriñana y próximas a la costa de Finisterre, cuentan entre los minerales constitutivos de la fracción «arena», los comunes: *turmalina* y *circón*, en proporciones más o menos semejantes a las muestras anteriores, así como también el granate; se mantiene la asociación de este último con la *estaurolita* y la *andalucita*, no acusándose presencia de *silimanita* y *distena*. La *epidota* y el anfíbol *hornblenda* se hallan en baja proporción.

En la muestra número 8, tomada en las proximidades de la ría de Camariñas, se mantiene en términos generales la constancia

de las especies citadas, disminuyendo el circón y el granate, y aumentando el porcentaje de epidota, dentro de las especies características. La presencia de la turmalina se acusa en idéntica proporción, entre las especies comunes. Delatamos igualmente la presencia del anfíbol hornblenda, cuya mineralogía está en las corridas de rocas básicas existentes en el litoral próximo. También se hallan presentes los minerales metamórficos del grupo de la estauroлита. En los arenales costeros de la ría de Camariñas estudiados anteriormente por nosotros, se da la asociación de minerales metamórficos y también la de *ilménita-granate-epidota*, asociación definida por nosotros igualmente, en los arenales correspondientes a la ría de Lage, al norte de Camariñas, zona no lejana a la toma de muestras de estos fondos marinos (muestra número 8).

Este complejo mineralógico que definimos está en relación con la composición de neises de alto metamorfismo, de las zonas costeras, así como con los granitos e intrusiones básicas metamórficas que predominan en Galicia, desde las Sisargas a la ría de Noya, ya que el factor más importante bajo el punto de vista geológico, que influye en la formación y composición de los sedimentos marinos, es la naturaleza del material aportado de la tierra al mar y su cantidad.

Estos sedimentos de fondo del litoral gallego provienen de la erosión de la costa y del transporte de los materiales detríticos por los ríos que se abren al mar en las rías altas y bajas, distribuyéndose en los fondos, tomando también parte activa en dicha distribución los movimientos de las aguas; igualmente influye en esta distribución el relieve del fondo.

La profundidad de toma de muestra ha sido distinta, como puede observarse en el cuadro de resultados, pero su influencia directa sobre los materiales depositados tiene relativa importancia.

En las muestras números 4 y 8, tomadas en las proximidades de las rías de Arosa y de Camariñas respectivamente, a 112 y 109 metros de profundidad, los granos minerales muestran claramente señales de erosión contemporánea y un acentuado desgaste me-

cánico debido a que los sedimentos en estas profundidades menores, son redepositados y mantenidos en suspensión por estar en la zona de agua superficial.

En las otras muestras tomadas en fondos más profundos, donde no efecta el movimiento superficial de las aguas, el material depositado no es removido y los granos minerales acusan mayor suavidad en su morfología.

II) *Sedimentos marinos del litoral N.E. peninsular (provincia de Málaga)*

En las muestras estudiadas de estos fondos marinos, se acusa homogeneidad en cuanto a la asociación de minerales metamórficos del grupo de la estauroлита (estauroлита-distena-andalucita-silimanita), con predominio de la andalucita; también destacamos la presencia de la epidota y su relativa abundancia. El origen de estos minerales detríticos en los sedimentos que se estudian, hay que relacionarlo con el estrato-cristalino regional, que se extiende en amplia banda, muy homogéneamente, desde Sierra Nevada y aparece en la provincia de Málaga, integrado por neises, cuarcitas ricas en epidota y micacitas granatíferas, principalmente; esto explica la presencia de los minerales metamórficos, de la epidota y del granate en altos porcentajes, en el que tan ricas son las micacitas a que hemos aludido.

Entre los minerales de origen magmático, la turmalina, el circón y el rutilo, especies «comunes» y estables, acusan su presencia en la mayoría de las muestras, así como también la biotita y la clorita, derivada esta última por alteración de la biotita y que no incluimos en el recuento hecho de minerales «densos». La mineralogía de estas especies minerales hay que relacionarla con el manchón de rocas ígneas de Sierra Bermeja.

La morfología de los granos detríticos en formas angulares, en general, demuestra que el arranque ha sido próximo y el traslado corto.

Explicamos la incorporación de todos estos minerales a los se-

dimentos marinos que se estudian, por la fuerte acción erosiva y de arrastre de los numerosos ríos, tipo de rambla, que de Sierra Bermeja y Sierra de Tolox, bajan a drenar al mar, cuyos materiales de arrastre y transporte al desembocar al mar, son dirigidos por las corrientes marinas existentes hacia el Estrecho.

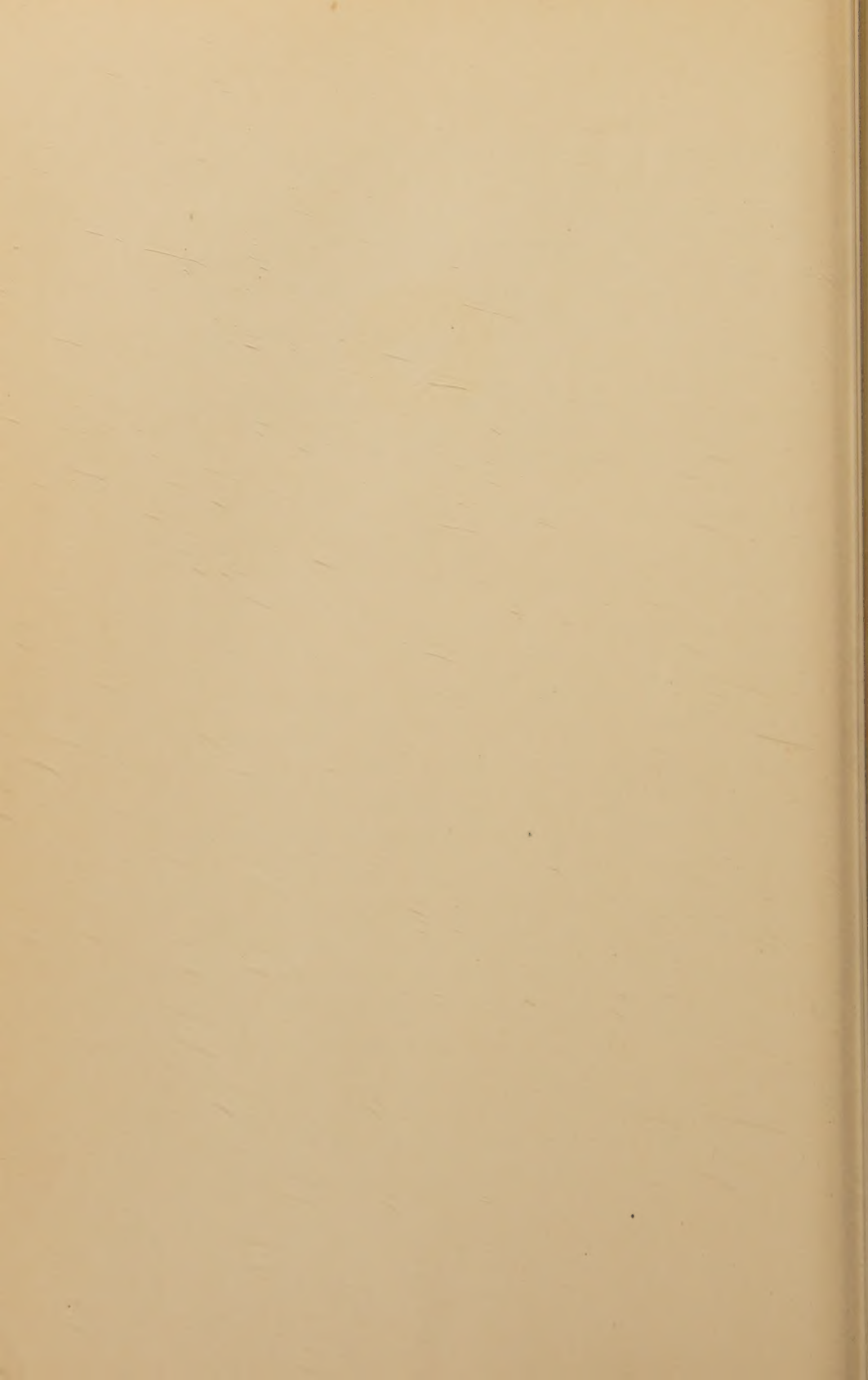
Así pues, la morfología de los granos detríticos minerales y la dinámica de los ríos regionales próximos, nos explican la mineralogía de estos minerales sedimentarios de fondo marino.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALEXANDRE, V. 1950. Métodos físicos empleados en el estudio de las arcillas. I. Ion., núm. 112.
- (2) ALEXANDRE, V. y GONZÁLEZ PEÑA, J. M.^a. 1954. Identificación en el microscopio electrónico de algunas arcillas y caolines españoles. Anal. Edaf. XII, 631-62.
- (3) BRINDLEY, G. V. 1951. X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. The Miner. Soc., London.
- (4) BURRIEL, F. y GUERRA, A. 1950. Determinación volumétrica de la materia orgánica en suelos de cultivo. Anal. Edaf., IX, 839-48.
- (5) DIETZ, R. S. 1941. Clay Minerals in recent Marine Sediments. Univ. of Illinois. Ph. D. Thesis.
- (6) GARCÍA VICENTE, J. 1950. La variación de las propiedades fisicoquímicas de las arcillas con el tamaño del grano. Tesis Doctoral, 107.
- (7) GARCÍA VICENTE, J. 1951. Estructura cristalina de los minerales de la arcilla. Monografías de Ciencia Moderna, C. S. I. C.
- (8) GÓMEZ DE ILLARENA, J. y PÉREZ MATEOS, J. 1952. Observaciones sobre los sedimentos de las costas de Galicia. Bol. Inst. Esp. Océan., 52.
- (9) GRIM, R. E. y DIETZ, R. S. 1949. Clay Mineral Composition of some Sediments from the Pacific Ocean off the California Coast and the Gulf of California. Geol. Soc. Amer. Bull., 60, 1785-1808.
- (10) GRIM, R. E. y JHONS, W. D. 1954. Clay Mineral Investigations in the Northern Gulf of Mexico. Nat. Ac. Sci. Pub., 327, 81-103.
- (11) KILNER, V. J. y ALEXANDER, L. T. 1949. Method of Making Mechanical Analysis of Soil Sci., 68, 15.
- (12) MILLOT, G. 1953. Minéraux argileux et leurs relations avec la géologie. Rev. de l'Inst. Fran. du Pétrole, VIII, 75-86.
- (13) MURRAY, H. H. y HARRISON, J. L. 1956. Clay Mineral Composition of Recent Sediments from Sigsbee Deep. Jour. Sedim. Petrol., 26, 363-68.
- (14) NAGELSMIDT, P. 1944. The Mineralogy Soil Colloids. Com.: n.º 42. Imperial Bureau of Soil Science.

- (15) PARGA-PONDAL, I. y PÉREZ MATEOS, J. 1954. Los arenales costeros de Galicia. I: La ría de Lage. Trabajos Lab. Geol. de Lage, núm. 2 y Anal. Edaf. y Fis. Veg., XIII, núm. 6.
- (16) PARGA-PONDAL, I. y PÉREZ MATEOS, J. 1956. Los arenales costeros de Galicia. II: La costa de Finisterre. Anal. Edaf., XV., núms. 7 y 8.
- (17) PÉREZ MATEOS, J. y MARTEL SANGIL, M. 1956. La península de Anaga y estudio de algunos arenales del litoral de Tenerife (Islas Canarias), tomo XIII, núms. 9-10.M.
- (18) PÉREZ MATEOS, J. y ALONSO PASCUAL, J. 1957. Los arenales costeros del Levante español. I. Las playas de Valencia. Estudio mineralógico de sus materiales, tomo XVI, núm. 4.
- (19) SHEPARD, F. P. y MOORE, D. G. 1955. Central Texas Coast Sedimentation; characteristics of Sedimentary Enviroment, recent History and Diagenesis. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 39, 1963-93.





- 72.—GARCÍA PINEDA y DOMINICA MONTEQUI: «Acerca de la sustancia anti-coagulante de las algas rojas.»
- 73.—A. ROJO LUCIO: «Datos sobre la edad del bacalao (*G. callarias* L.), eglefino (*Melanogrammus aeglefinus* L.), colín (*Pollachius virens* L.) y locha (*Urophycis tenuis* Mitch.), con indicación de las técnicas usadas.»
- 74.—LUIS LOZANO REY: «Sobre el fomento de la producción pesquera de las aguas marinas y salobres confinadas; en el litoral de España y en el de sus Territorios de Soberanía y de Protectorado.»
- 75.—A. R. DE LAS HERAS, R. LÓPEZ COSTA, F. CABAÑAS, L. RODRÍGUEZ MOLINS y R. BESADA: «Análisis de fondos de la Bahía de Cádiz.»
- 76.—ANGELES ALVARIÑO: «Estudio del zooplancton recogido en la campaña «VENDAVAL», en Terranova. Marzo, abril y mayo de 1953.»
- 77.—ANGELES ALVARIÑO: «Zooplancton de Terranova (Febrero, marzo y junio de 1955).» (Encuadrado con el Boletín núm. 76.)
- 78.—ANTONIO FERNÁNDEZ DEL RIEGO: «El contenido en carbono orgánico en los sedimentos de la ría de Vigo. Algunos datos sobre la relación carbono-nitrógeno.»
- 79.—D. MONTEQUI y M.^a D. GARCÍA PINEDA: «Algunas observaciones acerca de la determinación del contenido lipídico en harinas de pescado.» (Encuadrado con el Boletín núm. 78.)
- 80.—MIGUEL O. MASSUTI: «Biología de la sardina de Baleares.»
- 81.—ANGELES ALVARIÑO: «Estudio del Zooplancton del Mediterráneo Occidental.»
- 82.—ANGELES ALVARIÑO: «Zooplancton del Atlántico Ibérico. Campañas del «Xauen» en el verano de 1954.» (Encuadrado con el Boletín núm. 81.)
- 83.—Campañas del «Xauen» en el Mediterráneo español y en las costas noroeste y cantábrica de España en el año 1951.
- 84.—RAFAEL LÓPEZ ACOSTA y LORENZO RODRÍGUEZ MOLÍNS: «Determinación colorimétrica del plomo en el mejillón (*Mytilus edulis*) y en el agua de mar de la ría de Vigo.»
- 85.—JOSÉ RAMÓN BESADA RIAL y LORENZO RODRÍGUEZ MOLÍNS: «Determinación colorimétrica del glucógeno en el mejillón (*Mytilus edulis*).» (Encuadrado con el anterior.)
- 86.—LORENZO RODRÍGUEZ MOLÍNS: «Determinación colorimétrica del cobre en el agua de mar y en el mejillón (*Mytilus edulis*).» (Encuadrado con los dos anteriores.)
- 87.—LORENZO RODRÍGUEZ MOLÍNS y JOSÉ RAMÓN BESADA RIAL: «Estudios químicos sobre el mejillón (*Mytilus edulis*) de la ría de Vigo.» (Encuadrado con los tres anteriores.)
- 88.—A. FERNÁNDEZ DEL RIEGO: «Geognosia y Geotectónica de la ría de Vigo.»
- 89.—A. FERNÁNDEZ DEL RIEGO: «Las condiciones de estancamiento en mares interiores, fiords, bahías y rías, con especial referencia a la de Vigo.» (Encuadrado con el anterior.)

NOTA.—Pedidos y correspondencia al Sr. Secretario del INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA, Alcalá, 27. Madrid.

1914

